

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-222234

(43)公開日 平成6年(1994)8月12日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 B 6/12	N	8106-2K		
C 0 8 G 77/60	NUM	8319-4 J		

審査請求 未請求 請求項の数5 O L (全 5 頁)

(21)出願番号 特願平5-301614

(22)出願日 平成5年(1993)12月1日

(31)優先権主張番号 特願平4-323269

(32)優先日 平4(1992)12月2日

(33)優先権主張国 日本 (J P)

(71)出願人 000000284

大阪瓦斯株式会社

大阪府大阪市中央区平野町四丁目1番2号

(72)発明者 西田 亮一

大阪市中央区平野町四丁目1番2号 大阪

瓦斯株式会社内

(72)発明者 川崎 真一

大阪市中央区平野町四丁目1番2号 大阪

瓦斯株式会社内

(72)発明者 藤木 剛

大阪市中央区平野町四丁目1番2号 大阪

瓦斯株式会社内

(74)代理人 弁理士 蔦田 璋子 (外1名)

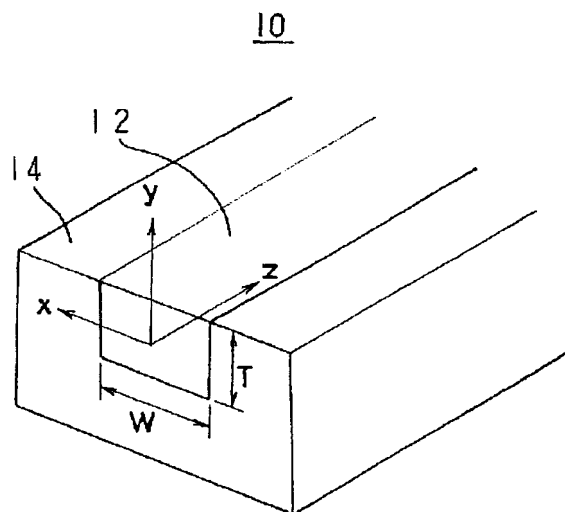
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 光導波路とその製造方法

(57)【要約】

【目的】 S i系の光導波路であって、製造が容易で、集積化が向上できる光導波路を提供する。

【構成】 コア12に直鎖状のポリシランを使用した。これにより、ポリシランの製造が容易であり、可視光領域で優れた伝搬特性を有しており、さらに1  $\mu$ m以下の光導波路が可能であるため集積化が向上できる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】コアに直鎖状のポリシランを使用したことを特徴とする光導波路。

【請求項2】直鎖状のポリシランを、この直鎖状のポリシランより屈折率の小さい基板状に積層し、

前記ポリシランのコアに該当する箇所にマスクを施し、前記ポリシランに光を照射して前記マスクを施していない箇所をクラッドとして屈折率を変化させることを特徴とする光導波路の製造方法。

【請求項3】直鎖状のポリシランを、この直鎖状のポリシランより屈折率の小さい基板状に積層し、前記ポリシランのコアに該当する箇所にマスクを施し、前記ポリシランに光を照射して前記マスクを施していない箇所をクラッドとして屈折率を変化させ、その上部にコアより屈折率の小さい材料を積層することを特徴とする光導波路の製造方法。

【請求項4】直鎖状のポリシランのコアに該当する箇所にマスクを施し、前記ポリシランに光を照射して前記マスクを施していない箇所をクラッドとして屈折率を変化させることを特徴とする光導波路の製造方法。

【請求項5】直鎖状のポリシランのコアに該当する箇所にマスクを施し、前記ポリシランに光を照射して前記マスクを施していない箇所をクラッドとして屈折率を変化させ、その上部にコアより屈折率の小さい材料を積層することを特徴とする光導波路の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、光回路に用いられる光導波路とその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】光回路は、電子回路と同様に将来的には集積化が必要となる。そのため、OEIC（オプトエレクトロニクスIC）に代表される光集積回路の開発が進められている。

【0003】その中でも、光デバイスの小型化や、他の光デバイスとの接続において重要な光導波路の集積化がある。現在においてはこの光導波路としては、光ファイバやLiNbO<sub>3</sub>を用いたものが主流である。

【0004】しかし、光ファイバーは、遠距離に光を伝える場合には都合がよいが、光集積回路のような小型光デバイスにおいては、その接続に難点がありこれに使用するのは不向きである。また、LiNbO<sub>3</sub>系光導波路を考えると、現在の光源としてGaAsであり、受光素子がSiである点を考慮すると、その材料がそれぞれ異なりデバイスシステムとしては得策でない。

【0005】そのため、光源にGaAsを用い、電子集積回路技術の応用ができるSi系の光導波路が望まれている。このような光導波路の例としては、「Polymers for

Lightwave and Integrated Optics」(Marcel Dekker, Inc., New York, 1991)に記載されているように、架橋よりなるポリシラン（ポリシリン）で形成されたものがある。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記架橋よりなるポリシランの光導波路であると下記のような問題がある。

【0007】① 架橋よりなるポリシランの材料が高価である。

【0008】② 架橋よりなるポリシランは、600nm付近まで吸収があり、伝搬損失の波長域が大きい。

【0009】③ 架橋よりなるポリシランの製造方法としては、アルカリ金属を用いてトリクロロシラン類を脱塩素縮合される方法（キッピング法）が知られているが、この方法であると超音波の照射したり(J. Am. Chem. Soc., 110, 124(1988))、クラウンエーテルを添加したりすることが必要であり(Macromolecules, 23, 3423(1990))、製造が困難である。

【0010】④ 同じ架橋構造のものが得にくい。

【0011】⑤ 集積化に難点がある。

【0012】そこで、本発明は、Si系の光導波路であって、その光導波路の製造が容易で、集積化が向上できる光導波路とその製造方法を提供するものである。

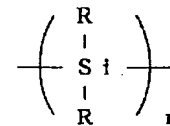
【0013】

【課題を解決するための手段と作用】本発明の請求項1の光導波路は、コアに直鎖状のポリシランを使用したものである。

【0014】直鎖状のポリシランとしては、下記のようなものである。

【0015】

【化1】



但し、式中のRは、水素原子、炭素数1～14のアルキル基、アリール基、炭素数1～10のアルコキシ基、アミノ基、シリル基またはその誘導体を示し、nは、10～10000程度である。また、上記ポリマーで、Siの全部または一部がGeであるポリマーでもよい。なお、これらのポリマーは、公知であり、それぞれの構造単位を有するモノマーを原料として、公知の方法により製造される。より具体的には、アルカリ金属の存在下にクロロシラン類を脱塩素重縮合させる方法（キッピング法 J. Am. Chem. Soc., 103, 7352(1981))、電極還元によりクロロシラン類を脱塩素重縮合させる方法(J. Am. Chem. Soc., Chem. Commun., 1160(1990))、金属触媒の存在下にヒドロシラン類を脱水素重縮合させる方法(J. Am. Chem. So

c., 108, 4059(1986))、ビフェニルなどで架橋されたジシレンのアニオン重合による方法(J. Am. Chem. Soc., 111, 7641(1986))、環状シラン類の開環重合による方法(特開平5-170913号)などが例示される。

【0016】上記構成の光導波路であると、コアに直鎖状のポリシランを使用していることにより、ポリシランの製造が容易であり、可視光領域で優れた伝搬特性を有しており、さらに1μm以下の光導波路が可能であるため集積化が向上できる。

【0017】請求項2の光導波路の製造方法は、直鎖状のポリシランを、この直鎖状のポリシランより屈折率の小さい基板状に積層し、前記ポリシランのコアに該当する箇所にマスクを施し、前記ポリシランに光を照射して前記マスクを施していない箇所をクラッドとして屈折率を変化させる。

【0018】そして、必要であれば、請求項3記載のように、直鎖状のポリシランを、この直鎖状のポリシランより屈折率の小さい基板状に積層し、前記ポリシランのコアに該当する箇所にマスクを施し、前記ポリシランに光を照射して前記マスクを施していない箇所をクラッドとして屈折率を変化させ、その上部にコアより屈折率の小さい材料を積層してもよい。

【0019】基板としては、直鎖状のポリシランより屈折率が小さければ、特に限定されずポリシロキサンやポリイミド等がある。また、直鎖状のポリシランの変化する屈折率は、光照射量で決定されるが、基板の屈折率と同じにするのが好ましい。

【0020】本発明の請求項4の光導波路の製造方法は、直鎖状のポリシランのコアに該当する箇所にマスクを施し、前記ポリシランに光を照射して前記マスクを施していない箇所をクラッドとして屈折率を変化させる。

【0021】そして、必要であれば請求項5のように、直鎖状のポリシランのコアに該当する箇所にマスクを施し、前記ポリシランに光を照射して前記マスクを施していない箇所をクラッドとして屈折率を変化させ、その上部にコアより屈折率の小さい材料を積層する。

【0022】上記4つの製造方法において、照射する光源としては、ポリシランを変化させる波長域の光源であれば、特に限定されないが、KrF、XeCl、ArF等のエキシマレーザ、N<sub>2</sub>レーザ、水銀ランプ(Deep UV)等が例示される。

【0023】

【実施例】以下、本発明の一実施例を図面に基づいて説明する。

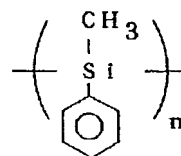
【0024】図1は、本発明の一実施例を示す光導波路10の斜視図である。

【0025】符号12は、光導波路10のコアである。コア12は、メチルフェニルポリシランよりなり、屈折率nは、ヘリウム・ネオンの波長(632.8nm)に対して1.65である。また、伝搬特性は、吸収係数α

。が他の材料に比べて小さいため高分子中でも非常に優れている。例えば、可視域において伝送損失1dB/km以下が可能である。メチルフェニルポリシランは、下記のような構造を有している。

【0026】

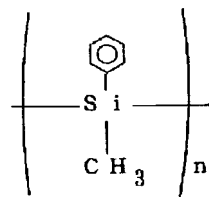
【化2】



また、コア12には、下記のようなシクロヘキシルメチルポリシランを使用してもよい。屈折率nは、ヘリウム・ネオンの波長(632.8nm)に対して1.57である。

【0027】

【化3】



符号14は、光導波路10のクラッドであって、ポリシロキサンより形成されている。ポリシロキサンの屈折率nは、ヘリウム・ネオンの波長(632.8nm)に対して1.47である。

【0028】上記構成の光導波路10であると、コア12とクラッド14との屈折率の差が大きいため、幅Wの狭い光導波路10が実現できる。例えば、ヘリウム・ネオンの波長における単一モード導波路のためには、下記のような条件が満たされなければならない。

【0029】

【数1】

$$0.18 < \frac{T}{\lambda} \sqrt{n \Delta n} < 0.30$$

上式は、ステップ型三次元導波路のものであり、λは波長を示し、nはクラッドの屈折率を示し、Δnは、屈折率差を示している。

【0030】そして、コアの幅Wとコアの高さTとの比率を仮に2(すなわち、W/T=2)として、従来技術で記載したLiNbO<sub>3</sub>系導波路、ポリシリン系(架橋したポリシラン)の導波路、メチルフェニルポリシランの光導波路及びシクロヘキシルメチルポリシランの光導波路におけるコアの幅Wと高さTの寸法を図2の表に示した。

【0031】図2より明らかなように、本実施例の2つの光導波路10の場合には、従来のものとは異なり、1

$\mu\text{m}$ 以下の光導波路が形成できる。そのため、高集積化が容易で、シリコン系での集積回路化にもつながる。

【0032】上記光導波路10の第1の製造方法について図3に基づいて説明する。

【0033】① 板部材20の上にポリシロキサン14aを塗る。

【0034】② 前記ポリシロキサン14aに直鎖状のポリシラン（メチルフェニルポリシランまたはシクロヘキシルメチルポリシラン）を積層する。

【0035】③ 直鎖状のポリシランのコア12に該当する箇所にマスク22をする。

【0036】④ 直鎖状のポリシランの上面から光を照射する。これにより、マスク22をしていない箇所は、直鎖状のポリシランからポリシロキサン14bに変化する。

【0037】⑤ ポリシロキサン14bの上部及びコア12に不図示のポリシロキサンを積層して、コア12をポリシロキサンで囲みクラッド14を構成する。

【0038】図4の表は、直鎖状のポリシランとしてメチルフェニルポリシランを使用し、ArFレーザを照射した場合の照射エネルギー（ $\text{mJ}/\text{cm}^2$ ）と633nmの波長の光を照射した場合の屈折率nの関係を示している。いずれの場合でも、屈折率nが、光の照射により変化し、クラッドとコアとの役割が果たせる。

【0039】上記光導波路10の第2の製造方法について図3に基づいて説明する。

【0040】① 板部材20の上に直鎖状のポリシラン（メチルフェニルポリシランまたはシクロヘキシルメチルポリシラン）を積層する。

【0041】③ 直鎖状のポリシランの側面におけるコア12に該当する箇所にマスク22をする。

【0042】④ 直鎖状のポリシランの側面から光を照射する。これにより、マスク22をしていない箇所は、\*

\*直鎖状のポリシランからポリシロキサンに変化してクラッド14が構成される。

【0043】なお、図6のように直鎖状のポリシランにおけるコア12が上面に露出した形状で光導波路10を形成してもよい。

【0044】

【発明の効果】本発明の請求項1の光導波路であると、直鎖状のポリシランであると、製造が容易であり、また、可視光領域で優れた伝搬特性を有しているため、光導波路として非常に好適であり、さらに、 $1\mu\text{m}$ 以下の導波路形状を実現できて高集積化が容易である。

【0045】本発明の請求項2～5の光導波路の製造方法であると、光を照射するだけで容易にポリシランの光導波路が製造できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例を示す光導波路の斜視図である。

【図2】本実施例と従来の光導波路との集積化を比較した表である。

【図3】本発明の一実施例を示す光導波路の第1の製造方法を示す図面である。

【図4】直鎖状のポリシランとしてメチルフェニルポリシランを使用し、ArFレーザを照射した場合の屈折率の表である。

【図5】本発明の一実施例を示す光導波路の第2の製造方法を示す斜視図である。

【図6】本発明の一実施例を示す光導波路の第2の製造方法の変更例を示す斜視図である。

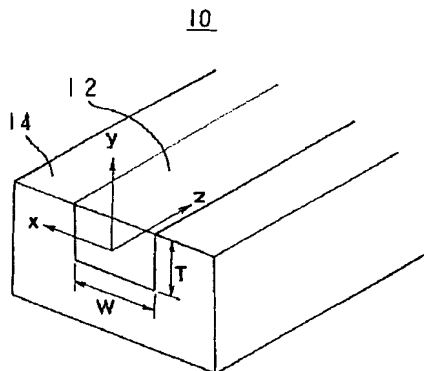
【符号の説明】

10……光導波路

12……コア

14……クラッド

【図1】



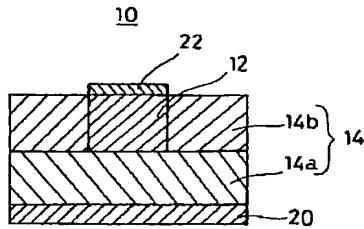
【図2】

	W ( $\mu\text{m}$ )	T ( $\mu\text{m}$ )
LiNbO <sub>3</sub>	2.2~3.6	1.1~1.8
ポリシラン	1.0~1.8	0.5~0.9
メチルフェニルポリシラン	0.42~0.70	0.21~0.35
シクロヘキシルメチルポリシラン	0.58~0.96	0.29~0.48

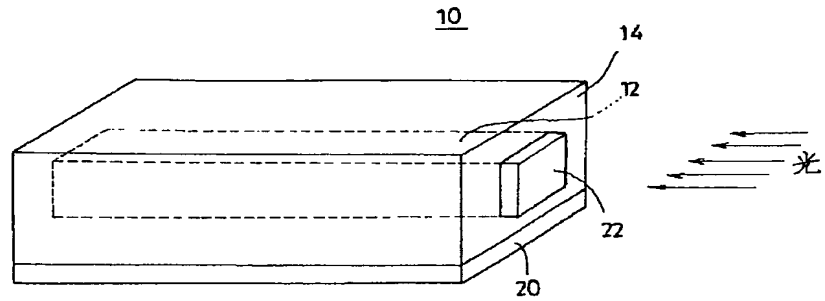
【図4】

照射エネルギー( $\text{mJ}/\text{cm}^2$ )	0	20	40	60
屈折率n	1.65	1.60	1.53	1.42

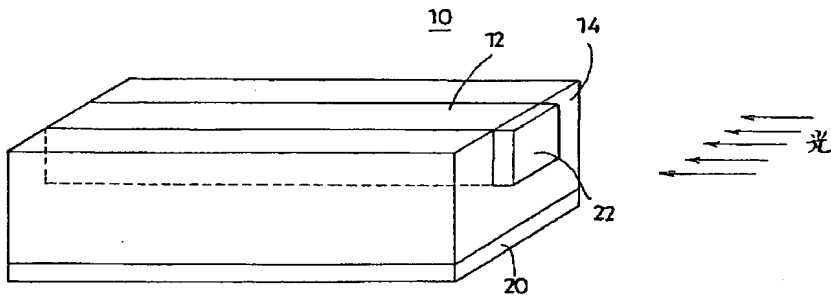
【図3】



【図5】



【図6】




---

フロントページの続き

(72)発明者 山田 良行  
京都市伏見区向島四ッ谷池14-8 向島団  
地6-2-1404

(72)発明者 川田 浩二  
京都市右京区太秦海正寺町3-2 西京都  
マンション703号

(72)発明者 横尾 雅一  
京都市西京区山田平尾町43-1 ダイアバ  
レスロイヤル京都・桂508号